

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-184551  
(P2002-184551A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 T 13/20		H 0 1 T 13/20	B 3 G 0 1 9
F 0 2 P 13/00	3 0 1	F 0 2 P 13/00	3 0 1 J 5 G 0 5 9
H 0 1 T 13/32		H 0 1 T 13/32	
13/39		13/39	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-257971 (P2001-257971)  
(22) 出願日 平成13年8月28日 (2001.8.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-303896 (P2000-303896)  
(32) 優先日 平成12年10月3日 (2000.10.3)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004695  
株式会社日本自動車部品総合研究所  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地  
(71) 出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
(72) 発明者 森田 斉  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(74) 代理人 100100022  
弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

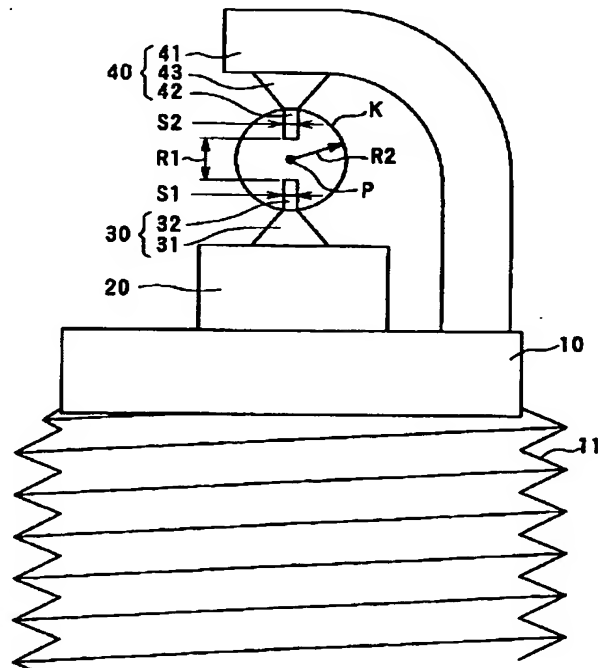
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパークプラグ及びそれを用いた点火装置

(57) 【要約】

【課題】 小型化を図るべく放電ギャップを狭めても着火性を確保可能なスパークプラグを提供する。

【解決手段】 離間して対向する中心電極32と接地電極42との少なくとも一方がイリジウム合金よりなり、中心電極32と接地電極42との距離R1が1.1mm未満であり、これら両電極の距離の中間点Pからの距離R2が0.6mm以下の領域に位置する中心電極及び接地電極の部位の断面積S1、S2が、0.95mm<sup>2</sup>以下である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 離間して対向する中心電極(32)と接地電極(42)とを有するスパークプラグにおいて、前記中心電極及び前記接地電極の少なくとも一方がイリジウム合金よりなり、

前記中心電極と前記接地電極との距離(R1)が1.1mm未満であり、  
前記距離の中間点(P)からの距離(R2)が0.6mm以下の領域に位置する前記中心電極及び前記接地電極の部位の断面積(S1、S2)が、0.95mm<sup>2</sup>以下であることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項2】 前記接地電極(32)の方が前記中心電極(42)よりも細いことを特徴とする請求項1に記載のスパークプラグ。

【請求項3】 請求項1または2に記載のスパークプラグを備え、

点火放電時において前記中心電極(32)及び前記接地電極(42)のうち前記イリジウム合金よりなる電極に加わる電位が、他方の電極に加わる電位よりも低い電圧が加えられるように点火電源(50)が構成されていることを特徴とする点火装置。

【請求項4】 前記中心電極(32)は棒状をなすとともに、先端部が筒状の取付金具(10)の一端部から突出するように前記取付金具に支持されており、

前記接地電極(42)は棒状をなすとともに、前記取付金具の一端部に棒状の支持部材(41)を介して固定されており、

前記支持部材は、一端部が前記取付金具の一端部に固定されて途中部まで前記中心電極の軸方向に延びるとともに、他端部が前記中心電極の側面に対向するように前記途中部から折れ曲がっているものであり、

前記接地電極のうち前記中心電極に最も近い部分が、前記接地電極の端面(42a)にあることを特徴とする請求項1または2に記載のスパークプラグ。

【請求項5】 対向する中心電極(30)と接地電極(40)とを有するスパークプラグにおいて、

前記接地電極の中心軸に直交する断面形状をみたとき、前記中心電極側の端部が、前記中心電極と対向する短辺を有する台形をなしており、この台形の短辺の長さ(L1)が0.2mm～0.7mmであり、前記台形の短辺側の頂角( $\theta$ )が135°以下であることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項6】 離間して対向する中心電極(32)と接地電極(42)とを有するスパークプラグにおいて、前記接地電極の仕事関数5eV以下の貴金属合金よりなり、

前記中心電極と前記接地電極との距離をR1としたとき、

前記距離R1の中間点(P)からの距離(R2)が $1/2 \times R1 + 0.1$ mm以下の領域に位置する前記接地電

極の部位の断面積が0.95mm<sup>2</sup>以下であることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項7】 前記中間点(P)からの距離(R2)が $1/2 \times R1 + 0.1$ mm以下の領域に位置する前記中心電極(32)及び前記接地電極(42)の部位の断面積が、共に0.13～0.5mm<sup>2</sup>であり、  
前記中心電極と前記接地電極との距離R1が0.3mm以上であることを特徴とする請求項6に記載のスパークプラグ。

【請求項8】 前記接地電極(42)の先端部に、曲率半径が0.2mm以下の稜を有することを特徴とする請求項6または7に記載のスパークプラグ。

【請求項9】 前記中心電極(32)の先端部及び前記接地電極(42)の先端部のうち少なくとも一方が、略球状であることを特徴とする請求項6ないし8のいずれか1つに記載のスパークプラグ。

【請求項10】 請求項6ないし9のいずれか1つに記載のスパークプラグを備え、点火放電時において前記中心電極(32)に正の電圧が加えられるように点火電源(50)が構成されていることを特徴とする点火装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スパークプラグ及びそれを用いた点火装置に関する。

【0002】

【従来の技術】スパークプラグ及びスパークプラグを用いた点火装置は、自動車等の内燃機関に設けられ、燃焼室内の混合気に着火して当該混合気を燃焼させるために適用される。今日、混合気の燃焼をさらに向上させるべく、1つの燃焼室に複数のスパークプラグを設ける多点点火や、吸入空気量を多くする目的で吸気バルブの径の拡大等が図られている。

【0003】そのため、スパークプラグを設けるスペースは限られてきており、限られた燃焼空間を有効に活用する意味から、スパークプラグの小型化、点火装置のイグニッションコイルの小型化が要望されている。

【0004】これらスパークプラグやコイルの小型化を実現するためには、スパークプラグにおいて対向する中心電極と接地電極との距離、すなわち放電ギャップを狭くし、点火に要求される電圧(放電電圧)を低くする方法が有効である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者等の検討によれば、単純に放電ギャップの狭小化を進めていくと、混合気着火性が悪化していくという問題が生じることが分かった。これは、放電ギャップが狭くなると、着火時に放電ギャップ間に発生する火炎核が電極に当たりやすくなることから、火炎の熱が電極に奪われ、火炎核の成長が阻害されるためと考えられる。

【0006】そこで、本発明は上記問題に鑑み、小型化

を図るべく放電ギャップを狭めても着火性を確保可能なスパークプラグ及びそのようなスパークプラグを用いた点火装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者等の検討によれば、放電ギャップを狭くしていったとき、放電ギャップが1.1mmよりも小さくなると着火性が悪化しはじめる傾向にあることがわかった。そこで、放電ギャップが1.1mm未満まで狭くしたスパークプラグにおいて、中心電極及び接地電極の径をどの程度に細くすれば、火炎核の成長を阻害せずに着火性の確保が可能となるのか鋭意検討を行った。本発明は、このような検討結果に基づいて創出されたものである。

【0008】すなわち、請求項1に記載の発明では、離間して対向する中心電極(32)と接地電極(42)とを有するスパークプラグにおいて、中心電極及び接地電極の少なくとも一方がイリジウム合金よりなり、中心電極と接地電極との距離(R1)が1.1mm未満であり、これら両電極の距離の中間点(P)からの距離(R2)が0.6mm以下の領域に位置する中心電極及び接地電極の部位の断面積(S1、S2)が、0.95mm<sup>2</sup>以下であることを特徴としている。

【0009】まず、本発明によれば、中心及び接地の両電極の対向する部分の少なくとも一方が耐久性の良好なイリジウム合金であるため、電極の耐消耗性を向上させることができる。

【0010】また、本発明者等の検討によれば、当該両電極の距離(以下、本欄にて放電ギャップという)を1.1mm未満と狭くして小型化を図った構成において、上記断面積を0.95mm<sup>2</sup>以下であれば、着火性の悪化を防止できることを見出した。

【0011】従って、本発明によれば、小型化を図るべく放電ギャップを狭めても着火性を確保可能なスパークプラグを提供することができる。

【0012】また、請求項2に記載の発明では、請求項1に記載のスパークプラグにおいて、接地電極(42)の方が中心電極(32)よりも細くなっていることを特徴としている。

【0013】火炎核は、主として、放電ギャップ間の発生部位から燃焼室の中心方向即ち接地電極側に向かって成長していく。そのため、本発明のように、接地電極の方を細くすることにより、この火炎核の成長を極力妨げないようにすることができ、好ましい。

【0014】また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載のスパークプラグを備える点火装置に係るものであり、点火放電時において中心電極(32)及び接地電極(42)のうちイリジウム合金よりなる電極に加わる電位が、他方の電極に加わる電位よりも低い電圧が加えられるように点火電源(50)が構成されていることを特徴としている。

【0015】本発明によれば、中心及び接地の両電極のうちイリジウム合金よりなる電極(Ir合金電極という)側が負極、このIr合金電極と対向する他方の電極(イリジウム合金またはそれ以外の金属よりなる)側が正極となる。Ir合金は仕事関数が小さい、すなわち電子を放出しやすいという性質を有するため、Ir合金電極側を負極とすることにより、Ir合金電極から電子が飛び出し易くなり、放電電圧をより低く抑えることが可能となる。

【0016】従って、本発明によれば、請求項1または請求項2に記載の発明と同様の作用効果を発揮するスパークプラグを用いた点火装置を提供することができるとともに、スパークプラグの放電電圧をより低く抑えることが可能となることから、点火コイルの小型化ひいては体格の小型化に好適な点火装置を提供することができる。

【0017】また、請求項4に記載の発明は、請求項1または2に記載のスパークプラグにおいて、中心電極(32)を、棒状をなすとともに先端部が筒状の取付金具(10)の一端部から突出するように取付金具に支持されたものとし、接地電極(42)を、棒状をなすとともに取付金具の一端部に棒状の支持部材(41)を介して固定されたものとし、この支持部材を、一端部が取付金具の一端部に固定されて途中部までが中心電極の軸方向に延びるとともに他端部が中心電極の側面に対向するように途中部から折れ曲がったものとし、さらに、接地電極のうち中心電極に最も近い部分が、接地電極の端面(42a)にあるようにしたことを特徴としている。

【0018】通常のスパークプラグの形態では、接地電極は棒状をなし、中心電極の先端部の端面に覆いかぶさるように取付金具から折れ曲がった形状に形成される。このような構成に比べて、本発明では、棒状の支持部材の他端部を中心電極の側面に対向するように折り曲げ、且つ、接地電極のうち中心電極に最も近い部分を、接地電極の端面に設けた構成としているため、接地電極における中心電極との対向部から取付金具との固定部までの長さを短くすることができる。

【0019】着火性を確保すべく接地電極の断面積を小さくしていくと、接地電極の熱引き性が低下する傾向にあるが、本発明によれば、接地電極から取付金具への放熱経路の長さを比較的短いものとする事で接地電極の熱引きを良好にすることができるため、着火性確保の効果を好適に発揮させることができる。

【0020】また、請求項5に記載の発明は、火炎核の成長を阻害しないように接地電極の構成に工夫を施したものである。すなわち、対向する中心電極(30)と接地電極(40)とを有するスパークプラグにおいて、接地電極の中心軸に直交する断面形状をみたとき、中心電極側の端部が、中心電極と対向する短辺を有する台形をなしており、この台形の短辺の長さ(L1)が0.2mm

m~0.7mmであり、当該台形の短辺側の頂角( $\theta$ )が $135^\circ$ 以下であることを特徴としている。

【0021】本発明によれば、接地電極における中心電極側の断面形状を、上記短辺側の頂角が $135^\circ$ 以下である上記台形状とすることにより、火炎核が当該台形の斜辺に沿ってスムーズに広がるため、火炎核の成長の阻害を防止することができる。

【0022】また、上記台形の短辺が、接地電極において中心電極との対向する面(放電面)を構成するものであり、当該短辺の長さを0.2mm~0.7mmとすることにより、火炎核の成長を阻害せず且つ放電電圧の上昇を抑制可能な放電面の面積を実現することができる。従って、本発明によれば、小型化を図るべく放電ギャップを狭めても着火性を確保可能なスパークプラグを提供することができる。

【0023】請求項6に記載の発明では、離間して対向する中心電極(32)と接地電極(42)とを有するスパークプラグにおいて、接地電極が仕事関数5eV以下の貴金属合金よりなり、中心電極と接地電極との距離をR1としたとき、距離R1の中間点(P)からの距離(R2)が $1/2 \times R1 + 0.1$ mm以下の領域に位置する接地電極の部位の断面積が $0.95\text{mm}^2$ 以下であることを特徴とする。

【0024】本発明は、放電ギャップの中間点よりも接地電極に近い側(すなわち、燃焼室の中央に近い側)で火炎核を発生させることにより、火炎核を燃焼室の中央に向かってスムーズに成長させるという着想に基づくもので、それを実現するために上記の構成を案出したものである。

【0025】これによると、接地電極からの熱電子の放出により接地電極の先端部の表面が熱電子に覆われるため、接地電極の先端部表面付近は、局所的に電界強度が大きくなり放電エネルギーの分布が密になる。その結果、放電ギャップの中間点よりも接地電極に近い側で火炎核が発生し、また、接地電極の先端部側の断面積が十分小さいので、火炎核は燃焼室の中央に向かってスムーズに成長でき、高い着火性が確保される。

【0026】また、仕事関数5eV以下の貴金属合金製の接地電極を用い、且つ接地電極の所定部位の断面積を上記のように設定することにより、燃焼ガス温度が最も低いアイドリング運転時でも、接地電極の先端部の表面温度を熱電子放出が可能な温度以上に維持することができるため、全運転域で確実に高い着火性を確保することができる。

【0027】なお、着火性の観点からは、接地電極を細くすると共に放電ギャップを狭くした方がよいが、請求項7に記載の発明のように、着火性と耐熱耐酸化性を両立させるには、中間点(P)からの距離(R2)が $1/2 \times R1 + 0.1$ mm以下の領域に位置する中心電極(32)及び接地電極(42)の部位の断面積(S1、

S2)を、共に $0.13 \sim 0.5\text{mm}^2$ とし、また、両電極間に不純物が挟まる等の問題を回避するためには、中心電極と接地電極との距離R1を0.3mm以上とするのが望ましい。

【0028】請求項8に記載の発明では、請求項6または7に記載のスパークプラグにおいて、接地電極(42)の先端部に、曲率半径が0.2mm以下の稜を有することを特徴とする。

【0029】これによると、エッジ効果により接地電極の先端部表面付近の電界強度が大きくなるため、熱電子の放出により電界強度が大きくなることと相俟って、接地電極の先端部表面付近の電界強度が極めて大きくなる。従って、請求項6の発明の効果を一層高めることができる。

【0030】請求項9に記載の発明では、中心電極(32)の先端部及び接地電極(42)の先端部のうち少なくとも一方が、略球状であることを特徴とする。

【0031】これによると、略球状にした電極の先端部は体積に対して表面積が小さくなるため、略球状にした電極の先端部での冷炎作用(火炎の熱が電極に奪われること)を抑制することができる。

【0032】請求項10に記載の発明では、請求項6ないし9のいずれか1つに記載のスパークプラグを備え、点火放電時において中心電極(32)に正の電圧が加えられるように点火電源(50)が構成されていることを特徴とする。

【0033】これによると、接地電極の先端部表面付近が熱電子に覆われることにより、接地電極の先端部表面付近の電位が低下するため、放電ギャップ間の電位差が実質的に大きくなって、安定した放電を行うことができる。

【0034】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。なお、以下の各実施形態同士において、互いに同一の部分には、図中、同一符号を付して説明を簡略化することとする。

【0036】(第1実施形態)図1は、本発明の第1実施形態に係るスパークプラグの要部構成を示す図である。図1において、10は取付金具であり、本例では、炭素鋼を用いて冷間鍛造や切削加工等を行うことにより筒状に形成されている。図1には、取付金具10の一端部側が示されており、取付金具10の外周面にはエンジンに取り付けるための取付ネジ部11が形成されている。

【0037】取付金具10の内部には、アルミナ等の電気絶縁材料よりなる絶縁体(絶縁碍子)20を介して中心電極30が収納されており、この中心電極30は、取

付金具10に対して電氣的に絶縁されて保持されている。本例では、中心電極30はプラグの軸方向（取付金具10の軸方向）に延びる棒状をなし、その先端部は取付金具10の一端部から突出している。

【0038】中心電極30の先端部は、ニッケル合金等よりなる基部31にイリジウム合金よりなるチップ（中心電極側チップ）32が溶接等により固定された構成となっている。本例では、基部31は、中心電極30の先端部に向かってテーパ状に細くなっており、中心電極側チップ32は、基部31からプラグの軸方向に延びる円柱状をなしている。

【0039】また、中心電極30における中心電極側チップ32と対向するように、接地電極40が設けられている。本例では、接地電極40は、円柱状のイリジウム合金よりなるチップ（接地電極側チップ）42と、この接地電極側チップ42を保持するニッケル合金等よりなる支持部材41とにより構成されている。

【0040】ここで、支持部材41は棒状をなし、一端部が取付金具10の一端部に固定されて途中部までが中心電極30の軸方向（プラグの軸方向）に延びるとともに他端部が中心電極30の先端部の端面に覆いかぶさるように途中部から折れ曲がっている。また、接地電極側チップ42は、支持部材41のうち中心電極30の先端部と対向する面にニッケル合金等よりなる台座43を介して溶接等により固定されている。なお、台座43は無くても良い。

【0041】そして、接地電極側チップ42は、台座43から中心電極側チップ32の方向へ延びるように配置され、対向する両チップ32、42の先端部の間に放電ギャップ（プラグギャップ）が形成されている。このように、本実施形態では、これら各チップ32、42が、それぞれ、中心電極、接地電極における離間して対向する部位（対向部）として構成されている。

【0042】そして、本実施形態では、この放電ギャップ即ち中心電極側チップ32と接地電極側チップ42との距離R1を1.1mm未満としている。また、この距離R1の中間点Pからの距離R2が0.6mm以下の領域に位置する中心電極30及び接地電極40の部位の断面積S1、S2を0.95mm<sup>2</sup>以下としている。

【0043】ここで、上記中間点Pは、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42とから等距離にある点であり、図1では、上記距離R1の中間点Pからの距離R2が0.6mm以下の領域は、図中の中間点Pを中心とした半径R2の円Kとして示されている。本例では、円Kで示す領域に位置する中心電極30及び接地電極40の部位が、上記チップ32、42である。

【0044】つまり、中心電極側チップ32の断面積S1、接地電極側チップ42の断面積S2（両断面積S1、S2共に、各チップの軸直交断面の面積）が、0.95mm<sup>2</sup>以下となっている。これは、チップ32、4

2が断面円形の柱状をなしている本例では、各チップ32、42の径がφ1.1mm以下であることを意味する。

【0045】このように、距離R1、チップ32、42の断面積S1、S2等を規定した根拠は、本発明者等の実験検討結果に基づくものであり、限定するものではないが、その検討結果の一例について図2～図7を参照して述べる。

【0046】なお、本検討例では、テストピースとして、円柱状の中心電極の先端面に、L字形に曲がった角柱状の接地電極の側面が対向して放電ギャップを形成しているスパークプラグ、即ち従来の一般的なスパークプラグを用い、中心電極側の構成について調べた例を述べる。勿論、接地電極についても、中心電極と同様の検討結果が得られている。

【0047】まず、図2に、放電ギャップ（mm）と着火性との関係について検討した結果を示す。このとき、着火性の指標としてはリーン限界を用いた。リーン限界とは、失火せずに燃焼が成立するような燃焼変動率PmiCOV（平均有効圧の分散／平均値、例えば15%）を満足するための最も燃料が薄いA/F（空気と燃料との混合比）のことである。このリーン限界の低下は、着火性の悪化につながる。

【0048】リーン限界が高いとA/Fがリーン（燃料の量が少ない）の状態に必要なエンジン回転数、エンジン出力が得られるので、燃費が良くなり、エミッションが低減するという利点がある。

【0049】図2では、中心電極の径を従来の通常の大さきφ2.5mmとし、エンジン条件は、燃焼条件（着火条件）の厳しいアイドリング（800rpm）状態にて行った。図2からわかるように、放電ギャップが1.1mm以上では、リーン限界はほぼ14.6と飽和しているが、1.1mmよりも小さくなると、リーン限界が低下しはじめる、すなわち着火性の悪化が始まる。

【0050】図3は、上記テストピースにおいて中心電極の径の異なる3種類（φ2.5mm、φ1.1mm、φ0.4mm）につき、燃焼変動率PmiCOV（%）とA/Fとの関係を表したグラフである（放電ギャップは0.8mm）。また、図4は、上記3種類につき燃焼変動率が15%に到達する（つまり燃焼が成立する）A/Fを、放電ギャップ（mm）を変えることによって表したグラフである。両図とも、エンジン条件はアイドリング（800rpm）状態にて行った。

【0051】図3から、A/Fがリッチである（小さい）ときは、電極径の違いによる燃焼変動率の差が小さいのに対して、A/Fがリーンになる（大きくなる）ほど、電極径の違いによる燃焼変動率の差が顕著になることがわかる。また、図4から、放電ギャップが小さくなるに連れて、リーン限界が低下していき、電極径の違いによるリーン限界の差も大きくなっていく。

【0052】これら図3及び図4に共通することは、電極径が $\phi 2.5\text{mm}$ の場合は $\phi 1.1\text{mm}$ の場合に比べ、リーン限界が大幅に低下するが、電極径が $\phi 1.1\text{mm}$ の場合と $\phi 0.4\text{mm}$ の場合とではリーン限界の変化に大きな差はない。そこで、リーン限界を着火性の指標として、電極径(mm)とリーン限界との関係について求めた。

【0053】図5に、電極径(mm)とリーン限界との関係を示す。図5では、エンジン条件はアイドリング(800rpm)状態、放電ギャップは0.8mmとした場合を示す。図5から、電極径を $\phi 1.1\text{mm}$ 以下(断面積では $0.95\text{mm}^2$ )にすると、リーン限界の低下を抑えることができることがわかる。

【0054】次に、図6は、放電ギャップを0.8mm、エンジン条件をアイドリング(800rpm)状態としたときに、放電ギャップ(距離R1)の中間点Pから電極径を $\phi 1.1\text{mm}$ とした部分の距離R2(mm)とリーン限界との関係を示すグラフである。

【0055】図6から、距離R2が0.6mm以上では、リーン限界はほぼ15.1と飽和しているが、距離R2が0.6mmよりも小さくなると、リーン限界が低下しはじめる、すなわち着火性の悪化が始まる。つまり、距離R2が0.6mm以内の領域にある中心及び接地電極の径が1.1mmよりも太いと、着火性が悪化するといえる。

【0056】また、図7は、この種のスパークプラグについて、エンジン実機状態での火炎核成長の可視化観察を行った結果から求められた、火炎核径(mm)と時間との関係を示す図である。火炎核径とは、スパークプラグが点火して混合気に着火した火炎の大きさを意味する。

【0057】図7から、始め火炎核径が時間とともに比例的に大きくなっていくが、火炎核径が1.2mmを越えた時点から、急激に火炎核径が大きくなることがわかる。なお、火炎核径が1.2mmになる時間はA/Fの条件によって異なるが、任意のA/Fの条件において、図7に示す傾向がある。

【0058】従って、図6及び図7に示す結果から、放電ギャップ(距離R1)の中間点Pからの距離R2が少なくとも0.6mm以内の領域では、中心電極及び接地電極の径を1.1mm以下(断面積S1、S2では $0.95\text{mm}^2$ 以下)にする必要があるといえる。

【0059】以上のように、本実施形態によれば、まず、中心及び接地の両電極32、42が耐久性の良好なイリジウム合金であるため、電極の耐消耗性を向上させることができる。なお、両電極32、42のどちらか一方がイリジウム合金であれば、電極の耐消耗性向上の効果はある。

【0060】また、本実施形態のように、距離R1(放電ギャップ)を1.1mm未満と狭くして小型化を図つ

た構成においては、着火性の悪化が懸念される(図2参照)。しかし、本実施形態では、上記距離R2が0.6mm以下の領域に位置する中心電極32及び接地電極42の断面積S1、S2を $0.95\text{mm}^2$ 以下(電極径では $\phi 1.1\text{mm}$ 以下)としている。そのため、電極を十分細くでき、電極が火炎核の成長を阻害しないため、着火性の悪化を防止できる。

【0061】よって、本実施形態によれば、小型化を図るべく放電ギャップを狭めても着火性を確保可能なスパークプラグを提供することができる。なお、中心電極30と接地電極40との対向部である両チップ32、42の径は同一でも、異なってもよい。

【0062】また、中心電極30の基部31や接地電極40の台座43及び支持部材41が、上記距離R2が0.6mm以下の領域に位置する場合には、これらの部分31、41、43を切削する等により断面積を $0.95\text{mm}^2$ 以下とすればよい。

【0063】(第2実施形態)図8に、本発明の第2実施形態に係るスパークプラグを用いた点火装置の要部構成を示す。本実施形態では、中心電極30と接地電極40との対向部において、接地電極40側の対向部(接地電極側チップ42)の径を、中心電極30側の対向部32よりも細い径としている。

【0064】また、本実施形態では、少なくとも接地電極40側の対向部がイリジウム合金よりなるものとしている。なお、本実施形態では、中心電極30側の対向部32は、白金合金からなるが、上記第1実施形態と同様、イリジウム合金よりなるチップ32でもよい。

【0065】また、本実施形態でも、中心電極と接地電極との距離(両対向部間の距離、放電ギャップ)が1.1mm未満であり、上記距離R2が0.6mm以下の領域に位置する中心電極30及び接地電極40の部位の断面積が $0.95\text{mm}^2$ 以下である構成となっている。

【0066】また、点火電源50は、点火放電時に中心電極30及び接地電極40のうち対向部32、42がイリジウム合金よりなる電極に加わる電位が、他方の電極に加わる電位よりも低い電圧が加えられるように構成されている。つまり、本例では、点火放電時に、中心電極30側に正の高電圧が加えられるように構成されている。

【0067】かかる構成を有する本実施形態においては、接地電極40は、中心電極30よりも燃焼室の中心に近いので高温になる。また、放電時には、中心電極30に正の電圧が加えられるため、中心電極30の対向部32には電子が、接地電極40の対向部42としての接地電極側チップ42には正イオンが衝突する。

【0068】ここで、正イオンは電子に比べ質量が高いため、正イオンが衝突する接地電極側チップ42の方が中心電極30の対向部32よりも磨耗しやすくなる。しかし、本実施形態では、接地電極40の対向部42は、



耐熱、耐磨耗性に優れたイリジウム合金からなるので、磨耗、損傷を抑えることができる。

【0069】また、放電後、両電極30、40の対向部32、42の間（放電ギャップ）に生成された火炎核は、主として、燃焼室の中心方向即ち接地電極40側に向かって成長していく。その際、本実施形態では、接地電極40の対向部42は、中心電極30側に比べて十分に小さくすることができるため、この火炎核の成長の妨げにはならない。

【0070】また、本実施形態によれば、対向部がイリジウム（Ir）合金よりなる接地電極40側が接地状態（GND）、接地電極40と対向する中心電極30側が正の電圧となる。Ir合金は仕事関数が小さい、すなわち電子を放出しやすいという性質を有する。そのため、中心電極30に正の電圧を加えることで、接地電極40の対向部（接地電極側チップ）42から電子が飛び出し易くなり、放電時に火花が安定し、放電電圧をより低く抑えることが可能となる。

【0071】従って、本実施形態によれば、上記第1実施形態にて述べたスパークプラグと同様の作用効果を発揮するスパークプラグを用いた点火装置を提供することができるとともに、スパークプラグの放電電圧をより低く抑えることが可能となることから、点火コイルの小型化ひいては体格の小型化に好適な点火装置を提供することができる。

【0072】（第3実施形態）図9に本発明の第3実施形態に係るスパークプラグの要部構成を示す図である。本実施形態のスパークプラグは、上記第2実施形態において図8に示したスパークプラグを変形したものである。本実施形態では、接地電極側チップ42を接地電極とみなし、棒状（本例では円柱状）の接地電極42が支持部材41を介して取付金具10の一端部に固定された構成として取り扱う。

【0073】すなわち、本実施形態では、接地電極42を支持する支持部材41を、一端部が取付金具10の一端部に固定されて途中部までが中心電極30（図9では対向部32が図示されている）の軸方向に延びるとともに他端部が中心電極30の側面に対向するように途中部から折れ曲がったものとしている。

【0074】そして、接地電極42は、その一端側が支持部材41の他端部に溶接され、接地電極42の他端面42aは、中心電極30の対向部32の先端角部と対向するように斜めに形成されている。それにより、接地電極42のうち中心電極30の対向部32に最も近い部分が、接地電極42の他端面42aにあるようにしている。

【0075】また、本実施形態でも、中心電極と接地電極との距離（両対向部間の距離、放電ギャップ）が1.1mm未満であり、上記距離R2が0.6mm以下の領域に位置する中心電極30及び接地電極42の部位の断

面積が0.95mm<sup>2</sup>以下である構成となっている。

【0076】ところで、通常のスパークプラグの形態では、上記図8に示す様に、接地電極40は棒状をなし、中心電極30の先端部の端面に覆いかぶさるように取付金具10から折れ曲がった形状に形成される。

【0077】このような構成に比べて、本実施形態では、棒状の支持部材41の他端部を中心電極30（対向部32）の側面に対向するように折り曲げ、且つ、接地電極42のうち中心電極30の対向部32に最も近い部分を、接地電極42の他端面42aに設けた構成としている。そのため、接地電極42における中心電極30との対向部（他端面42a）から取付金具10との固定部（支持部材41の一端部）までの長さを短くすることができる。

【0078】上記したような着火性を確保すべく接地電極の断面積を小さくすると、接地電極の熱引き性が低下する傾向にあるが、本実施形態によれば、接地電極42から取付金具10への放熱経路の長さを比較的短いものとするのが可能である。そのため、接地電極42の熱引きを良好にすることができ、着火性確保の効果を好適に発揮させることができる。

【0079】また、本実施形態では、接地電極42のうち中心電極30の対向部32に最も近い部分（中心電極最近接部）が、棒状の接地電極42の端面42aにある。それによれば、上記中心電極最近接部が、棒状の接地電極における側面にある場合に比べて、中心電極からの放電ターゲットが狭い範囲で明確になるため、着火性向上のためには好ましい。

【0080】（第4実施形態）本発明の第4実施形態に係るスパークプラグの要部構成を図10に示す。本実施形態は、火炎核の成長を阻害しないように接地電極の構成に工夫を施したものである。なお、図10において、（b）は（a）の右側面図である。

【0081】図10において、中心電極30と接地電極40とが対向して配置されている。接地電極40は、取付金具10の一端部に固定された曲がり形状を有する棒状のものであり、中心電極30と対向する端部は、ニッケル合金部44にイリジウム合金部45が溶接等にて接合されたものである。

【0082】また、接地電極40と対向する中心電極30の先端部は、例えばイリジウム合金等よりなり、径がφ0.7mm以下程度（例えば0.4mm程度）の円柱形状をなす。そして、この中心電極30の先端部と、接地電極40のイリジウム合金部45との間に放電ギャップ（例えば0.4mm～1.2mm程度）が形成されている。

【0083】ここで、接地電極40の中心軸に直交する断面形状は、図11の（a）または（b）に示される形状となっている。図11に示す様に、接地電極40の中心軸に直交する断面形状をみたとき、中心電極30側の

端部が、中心電極と対向する短辺を有する台形をなしている。この台形の短辺の長さ $L_1$ は $0.2\text{ mm} \sim 0.7\text{ mm}$ であり、当該台形の短辺側の頂角 $\theta$ は $135^\circ$ 以下である。

【0084】また、接地電極40の中心軸に直交する断面形状においては、図11に示す様に、中心電極30側の端面（つまり上記台形の短辺）から所定の距離 $L_2$ （例えば $0.3\text{ mm} \sim 1.0\text{ mm}$ ）までの範囲が、上記イリジウム合金部45として構成されている。

【0085】また、接地電極40の中心軸に直交する断面形状においては、中心電極30側の端部とは反対側（燃焼室側）の端部は、図11(a)に示す様に、角に曲率を有する角形か、または図11(b)に示す様に、曲率を有する角部とゆるやかな曲面で形成された形状を有する。

【0086】このような断面形状を有する接地電極40の範囲は、図10に示す範囲H1及びH2の範囲に形成することができる。つまり、接地電極40と中心電極30の先端部との距離が最短となる位置を原点として、接地電極40の根元方向へ距離H1、接地電極40の先端方向へ距離H2（両距離H1、H2共に例えば $3\text{ mm}$ 以内）の範囲に形成する。

【0087】同時に、この範囲H1及びH2において、接地電極40の中心電極30の先端部への最短距離（つまり、放電ギャップ）が、例えば $0.4\text{ mm} \sim 1.2\text{ mm}$ 程度となるように設定し、接地電極40の中心電極30の先端部への最大距離は、前記最短距離（放電ギャップ）に $0.1\text{ mm} \sim 0.3\text{ mm}$ 程度加えた距離に設定することができる。

【0088】かかる本実施形態によれば、接地電極40における中心電極30側の断面形状を、上記短辺側の頂角が $135^\circ$ 以下である上記台形状とすることにより、火炎核が当該台形の斜辺に沿ってスムーズに広がるため、火炎核の成長の阻害を防止することができる。

【0089】この火炎核成長の阻害防止効果について、図12に模式的に示す。図12中の曲線Q1～Q5は、時間経過毎の火炎面を示すもので、曲線Q1→Q5へ向かって火炎核が成長していくことを示す。本実施形態（図12(a)）によれば、従来の断面矩形の接地電極J1を持つスパークプラグ（図12(b)）に比べて、火炎核がスムーズに成長していくことがわかる。

【0090】また、本実施形態では、上記台形の短辺が、接地電極40において中心電極30の先端部との対向する面（放電面）を構成するものであり、当該短辺の長さ $L_1$ を $0.2\text{ mm} \sim 0.7\text{ mm}$ とすることにより、火炎核の成長を阻害せず且つ放電電圧の上昇を抑制可能な放電面の面積を実現することができる。

【0091】ここで、当該短辺の長さ $L_1$ が $0.2\text{ mm}$ 未満であると、接地電極40における中心電極30からの放電ターゲットの面積が小さくなり、放電電圧の上昇

を招きやすくなる。また、当該短辺の長さ $L_1$ が $0.7\text{ mm}$ より大きいと、今度は火炎核の成長を阻害しやすくなる。

【0092】また、上記短辺側の頂角を $135^\circ$ 以下としたのは、それによって、放電ギャップから燃焼室中心方向へは少なくとも斜め $45^\circ$ 以上の角度において空間が存在することとなるため、良好な火炎核の成長が期待できるためである。このように、本実施形態によれば、小型化を図るべく放電ギャップを狭めても着火性を確保可能なスパークプラグを提供することができる。

【0093】（第5実施形態）図13に本発明の第5実施形態に係るスパークプラグを示し、図14にそのスパークプラグを用いた点火装置の要部構成を示す。

【0094】本実施形態のスパークプラグは、その形状および材質は上記第1実施形態のスパークプラグと同じである。但し、本実施形態の接地電極側チップ42は、仕事関数 $5\text{ eV}$ 以下の貴金属合金（例えば、イリジウム合金）よりなる。また、本実施形態の点火電源50は、点火放電時において中心電極30に負の電圧が加わるように構成されている。さらに、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42は、同軸状に配置されている。

【0095】本実施形態は、放電ギャップの中間点Pよりも接地電極40に近い側（すなわち、燃焼室の中央に近い側）で火炎核を発生させることにより、火炎核を燃焼室の中央に向かってスムーズに成長させるという着想に基づくもので、それを実現するために、図14に示すように、接地電極側チップ42の先端部に熱電子を放出させて、接地電極側チップ42の先端部表面付近の電界強度（電位の傾き）を大きくして、接地電極側チップ42の先端部表面付近の放電エネルギーの分布を密にするものである。

【0096】図15は、電極の材質の仕事関数と、グロー放電中にアーク放電へ移行する割合との関係を示すもので、アーク放電への移行は電極からの熱電子の放出に基づくものである。アーク放電への移行は、仕事関数 $5.4\text{ eV}$ の白金では現れず、仕事関数 $5\text{ eV}$ 以下で現れ、仕事関数 $4.6\text{ eV}$ のイリジウムやニッケルでは多数現れる。

【0097】このことから、接地電極側チップ42を仕事関数 $5\text{ eV}$ 以下の貴金属合金製にすることにより、接地電極側チップ42の先端部に熱電子を放出させて、接地電極側チップ42の先端部表面付近の放電エネルギーの分布を局部的に密にすることができる。

【0098】次に、アイドリングないしは軽負荷運転時のように燃焼ガス温度が低い時でも、接地電極側チップ42の先端部の表面温度を熱電子放出が可能な温度以上にするための検討を行った。なお、仕事関数 $5\text{ eV}$ 以下の貴金属合金では、 $730^\circ\text{C}$ 以上で熱電子放出が活発になる。

【0099】図16は、アイドリング運転時における接



地電極側チップ42の先端部の表面温度を、円柱状の接地電極側チップ42の径Dおよび長さL3をパラメータとして計算により求め、その結果を示すものである。なお、この計算では、台座43の長さを0.3mm、台座43の径を接地電極側チップ42の径Dの1.5倍、アイドリング運転時の燃焼ガス温度を900℃、燃焼ガスと接地電極側チップ42との熱伝達率を $4.5 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2 \cdot \text{℃}$ とした。

【0100】図16から明らかなように、接地電極側チップ42の径Dを $\phi 1.1 \text{ mm}$ （断面積 $0.95 \text{ mm}^2$ に相当）以下にし、且つ接地電極側チップ42の長さL3を0.1mm以上にすれば、アイドリング運転時における接地電極側チップ42の先端部の表面温度を730℃以上にすることができる。

【0101】換言すると、接地電極側チップ42の先端部から0.1mmの範囲の断面積、すなわち、距離R1の中間点Pからの距離R2が $1/2 \times R1 + 0.1 \text{ mm}$ 以下の領域に位置する接地電極側チップ42の部位の断面積を、 $0.95 \text{ mm}^2$ 以下にすれば、アイドリング運転時における接地電極側チップ42の先端部の表面温度を730℃以上にすることができる。

【0102】そして、接地電極側チップ42を仕事関数5eV以下の貴金属合金製とし、且つ、接地電極側チップ42の先端部から0.1mmの範囲の断面積を $0.95 \text{ mm}^2$ 以下にすることにより、燃焼ガス温度が最も低いアイドリング運転時でも、接地電極側チップ42の先端部の表面温度を熱電子放出が可能な温度以上に維持することができるため、全運転域で確実に高い着火性を確保することができる。

【0103】なお、接地電極側チップ42の先端部の表面温度を高く維持するためには、台座43の径は接地電極側チップ42の径Dの1.5倍以下にするのが望ましく、例えば接地電極側チップ42の径Dが $\phi 1.1 \text{ mm}$ の場合は、台座43の径は $\phi 1.65 \text{ mm}$ （断面積 $2.14 \text{ mm}^2$ に相当）以下にする。

【0104】（第6実施形態）図17、図18に本発明の第6実施形態に係るスパークプラグの要部構成を示す。第5実施形態では円柱形状の接地電極側チップ42を用いたが、本実施形態では、台形状の接地電極側チップ45を用いている。なお、図17において、(b)は(a)の右側面図である。また、図18は接地電極40の中心軸に直交する断面形状を示す図である。

【0105】接地電極40は、取付金具10の一端部に固定された曲がり形状を有する棒状のものであり、中心電極30と対向する端部は、ニッケル合金部44にイリジウム合金からなる接地電極側チップ45が溶接等にて接合されたものである。そして、接地電極側チップ45の断面形状は、図18に示す様に、接地電極40の中心軸に直交する断面形状をみたとき、中心電極30と対向する短辺を有する台形をなしている。

【0106】ここで、接地電極側チップ45は、放電ギャップ（距離R1）の中間点Pを中心として接地電極側チップ45の先端部から0.1mmの点を通る球面（すなわち、距離R1の中間点Pからの半径R2が $1/2 \times R1 + 0.1 \text{ mm}$ の球面）kで切断した場合の切り口の面積が $0.95 \text{ mm}^2$ （ $\phi 1.1 \text{ mm}$ 円柱の断面積に相当）以下、中間点Pを中心として接地電極側チップ45の先端部から0.4mmの点を通る球面（すなわち、距離R1の中間点Pからの半径R2'が $1/2 \times R1 + 0.4 \text{ mm}$ の球面）k'で切断した場合の切り口の面積が $2.14 \text{ mm}^2$ （ $\phi 1.65 \text{ mm}$ 円柱の断面積に相当）以下になる形状になっている。

【0107】本実施形態においても、第5実施形態と同様に、燃焼ガス温度が最も低いアイドリング運転時でも、接地電極側チップ45の先端部の表面温度を熱電子放出が可能な温度以上に維持することができるため、全運転域で確実に高い着火性を確保することができる。

【0108】（第7実施形態）図19に本発明の第7実施形態に係る点火装置の要部構成を示す。第5実施形態の点火電源50は、点火放電時において中心電極30に負の電圧が加わるように構成したが、本実施形態の点火電源50は、点火放電時において中心電極30に正の電圧が加わるように構成されている。

【0109】本実施形態においても、第5実施形態と同様に、接地電極側チップ42の先端部に熱電子を放出させて、接地電極側チップ42の先端部表面付近の電界強度（電位の傾き）を大きくして、接地電極側チップ42の先端部表面付近の放電エネルギーの分布を密にすることができる。

【0110】また、図19に示すように、接地電極側チップ42の先端部表面付近が熱電子に覆われてその部位の電位が低下するため、放電ギャップ間の電位差が実質的に大きくなって、安定した放電を行うことができる。

【0111】（第8実施形態）第5実施形態では、棒状の支持部材41の外周側面に接地電極側チップ42を溶接したが、図20に示す第8実施形態のように、棒状の支持部材41の端部に接地電極側チップ42を溶接してもよい。

【0112】（第9～第14実施形態）第5実施形態では、円柱状の中心電極側チップ32と円柱状の接地電極側チップ42を同軸状に配置したが、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42の配置を、図21～図26に示す第9～第14実施形態のように変更してもよい。

【0113】図21に示す第9実施形態では、中心電極側チップ32の軸線と接地電極側チップ42の軸線とが斜めに交差するように、また、両チップ32、42の先端部が略対向するように、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42を配置している。

【0114】なお、第9実施形態では、棒状の支持部材41の外周側面に接地電極側チップ42を溶接したが、

図22に示す第10実施形態のように、棒状の支持部材41の端部に接地電極側チップ42を溶接してもよい。

【0115】図23に示す第11実施形態では、中心電極側チップ32の軸線と接地電極側チップ42の軸線とが直角に交差するように、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42を配置している。また、接地電極側チップ42を、中心電極側チップ32の軸線の延長線上から外れた位置に配置している。

【0116】図24に示す第12実施形態では、中心電極側チップ32の軸線と接地電極側チップ42の軸線とが直角に交差するように、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42を配置している。また、接地電極側チップ42が、中心電極側チップ32の軸線の延長線上まで延びていて、接地電極側チップ42の外周側面が、中心電極側チップ32の先端面と対向している。

【0117】なお、第12実施形態では、棒状の支持部材41の外周側面に接地電極側チップ42を溶接したが、図25に示す第13実施形態のように、棒状の支持部材41の端部に接地電極側チップ42を溶接してもよい。

【0118】図26に示す第14実施形態では、中心電極側チップ32の軸線と接地電極側チップ42の軸線とが平行で且つ非同軸に、中心電極側チップ32と接地電極側チップ42を配置している。

【0119】なお、第9～第14実施形態においては、放電ギャップ（距離R1）の中間点Pは、両チップ32、42の最短距離を結ぶ線の中心点とする。

【0120】（第15～第20実施形態）第5実施形態では、接地電極側チップ42を仕事関数5eV以下の貴金属合金製にして、接地電極側チップ42の先端部表面付近の電界強度を局所的に大きくするようにしたが、図27～図32に示す第15～第20実施形態では、接地電極側チップ42を仕事関数5eV以下の貴金属合金製にすると共に、接地電極側チップ42の形状を変更して、接地電極側チップ42の先端部表面付近の電界強度をさらに大きくするようにしたものである。

【0121】一般に、電極の稜の曲率半径が0.2mm以下の場合、電界強度が局所的に大きくなる。そこで、第15～第20実施形態では、接地電極側チップ42の先端部を細い形状にすることで、接地電極側チップ42が摩耗した後も接地電極側チップ42の稜の曲率半径が0.2mm以下に保たれるようにしている。

【0122】図27に示す第15実施形態では、接地電極側チップ42は、円柱形状部と円錐形状部とからなり、中心電極側チップ32側の端部を円錐形状としている。

【0123】図28に示す第16実施形態では、接地電極側チップ42は、円錐体の頭部を切った円錐形状としている。

【0124】図29に示す第17実施形態では、接地電

極側チップ42は、円錐形状としている。

【0125】図30に示す第18実施形態では、接地電極側チップ42は、中心電極側チップ32側の端部に円錐形状の凹部46を有する円柱形状としている。

【0126】なお、第15～第18実施形態では、円柱形状の中心電極側チップ32を用いたが、図31に示す第19実施形態のように、中心電極側チップ32を、曲率半径が0.2mmよりも十分大きな略球状にしてもよい。

【0127】この場合、中心電極30側と接地電極40側との電界強度の差が大きくなるので、放電エネルギーをより確実に接地電極40側に集中させることができる。また、中心電極30側は電極の体積に対して表面積が小さくなるので、中心電極30での冷炎作用（火炎の熱が電極に奪われること）が抑制される。

【0128】図32に示す第20実施形態では、接地電極側チップ42は、曲率半径が0.2mm以下の略球状にしている。この場合、接地電極側チップ42の曲率半径が0.2mm以下であるため、電界強度を局所的に大きくすることができる。また、接地電極40側の表面積も小さくなるので、接地電極40での冷炎作用を抑制することができる。

【0129】（他の実施形態）第5～第20実施形態では、熱電子放出を活発にするために接地電極側チップ42の断面積を小さくしたが、耐熱耐酸化性を考慮すると、中間点Pからの距離R2が $1/2 \times R1 + 0.1\text{mm}$ 以下の領域に位置する接地電極側チップ42の部位の断面積を、 $0.13\text{mm}^2$ （ $\phi 0.4\text{mm}$ 円柱の断面積に相当）以上にするのが望ましい。また、着火性と耐熱耐酸化性を両立させるには、中心電極側チップ32及び接地電極側チップ42において、中間点Pからの距離R2が $1/2 \times R1 + 0.1\text{mm}$ 以下の領域に位置する部位の断面積を、 $0.13 \sim 0.5\text{mm}^2$ （ $\phi 0.4\text{mm} \sim \phi 0.8\text{mm}$ 円柱の断面積に相当）にするのが望ましい。

【0130】さらに、両電極間に不純物が挟まる等の問題を回避するためには、中心電極30と接地電極40との距離R1を0.3mm以上とするのが望ましく、スパークプラグの小型化を考慮すると、中心電極30と接地電極40との距離R1を0.8mm以下とするのが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図2】放電ギャップとリーク限界との関係を示す図である。

【図3】燃焼変動率とA/Fとの関係を種々の電極径において表した図である。

【図4】燃焼成立するA/Fと放電ギャップとの関係を種々の電極径において表した図である。

【図5】電極径とリーン限界との関係を示す図である。  
 【図6】距離R2とリーン限界との関係を示す図である。  
 【図7】火炎核径と時間との関係を示す図である。  
 【図8】本発明の第2実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図9】本発明の第3実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図10】本発明の第4実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図11】上記第4実施形態における接地電極の中心軸に直交する断面形状を示す図である。  
 【図12】上記第4実施形態における火炎核成長の阻害防止効果を説明するための説明図である。  
 【図13】本発明の第5実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図14】図13のスパークプラグを用いた点火装置の要部構成図である。  
 【図15】電極材の仕事関数とアーク放電移行割合との関係を示す図である。  
 【図16】接地電極側チップの径Dおよび長さL3と接地電極側チップの表面温度との関係を示す図である。  
 【図17】本発明の第6実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図18】上記第6実施形態における接地電極の中心軸に直交する断面形状を示す図である。  
 【図19】本発明の第7実施形態に係る点火装置の要部構成図である。  
 【図20】本発明の第8実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図21】本発明の第9実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。  
 【図22】本発明の第10実施形態に係るスパークプラ

グの要部構成図である。

【図23】本発明の第11実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図24】本発明の第12実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図25】本発明の第13実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図26】本発明の第14実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図27】本発明の第15実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図28】本発明の第16実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図29】本発明の第17実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図30】本発明の第18実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

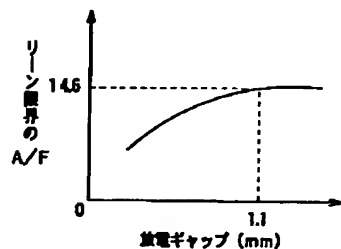
【図31】本発明の第19実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

【図32】本発明の第20実施形態に係るスパークプラグの要部構成図である。

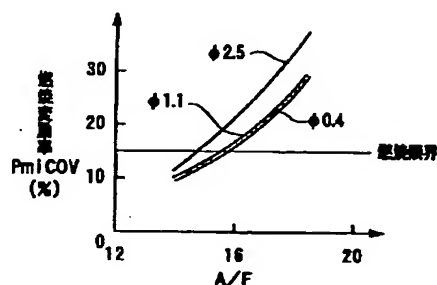
【符号の説明】

10…取付金具、30…中心電極、32…中心電極側チップ（中心電極の対向部）、40…接地電極、41…支持部材、42…接地電極側チップ（接地電極の対向部）、42a…接地電極の他端部、50…点火電源、L1…台形の短辺の長さ、P…放電ギャップの中間点、R1…中心電極と接地電極との距離（放電ギャップ）、R2…放電ギャップの中間点からの距離、S1…中心電極の対向部の断面積（中心電極側チップの径）、S2…接地電極の対向部の断面積（接地電極側チップの径）、 $\theta$ …台形の短辺側の頂角。

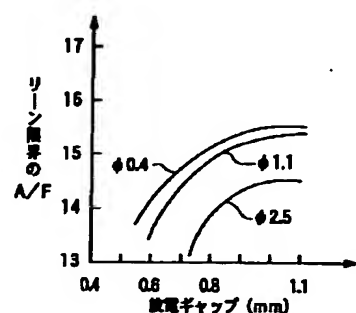
【図2】



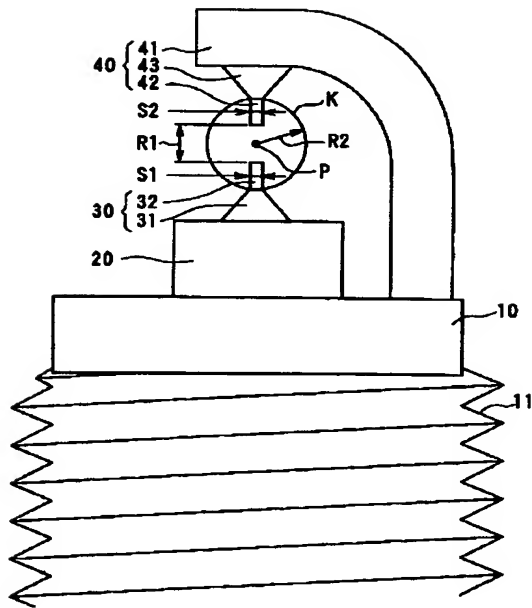
【図3】



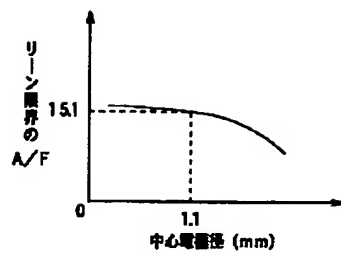
【図4】



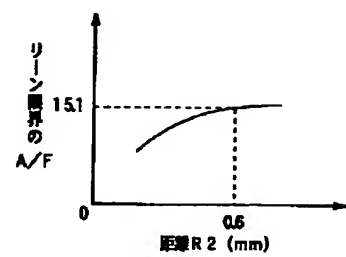
【図1】



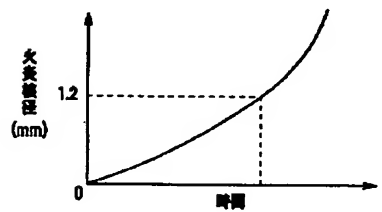
【図5】



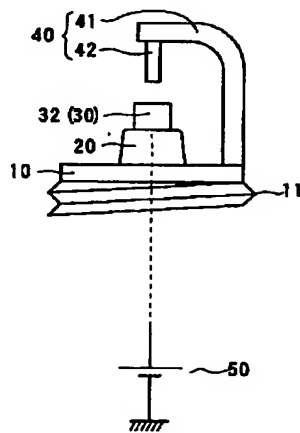
【図6】



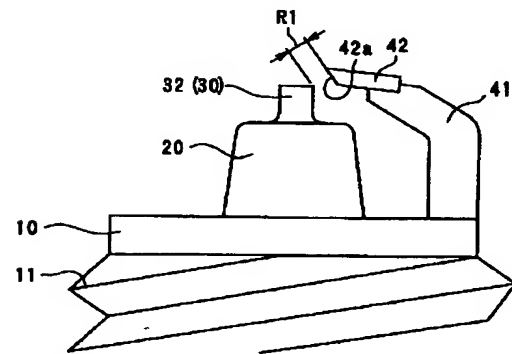
【図7】



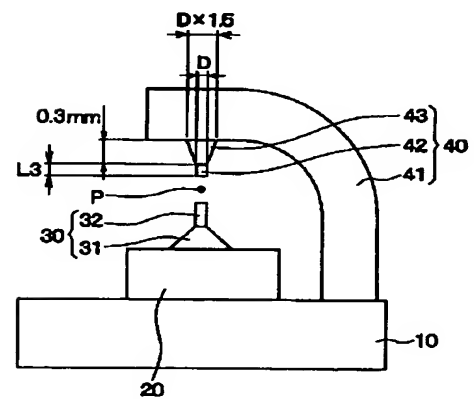
【図8】



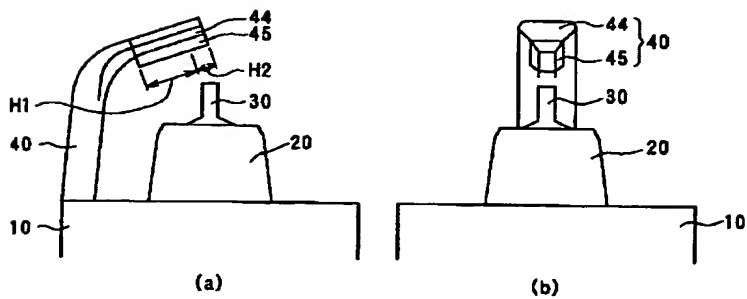
【図9】



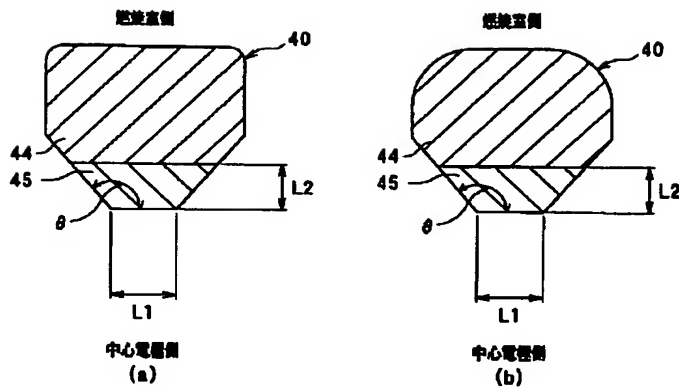
【図13】



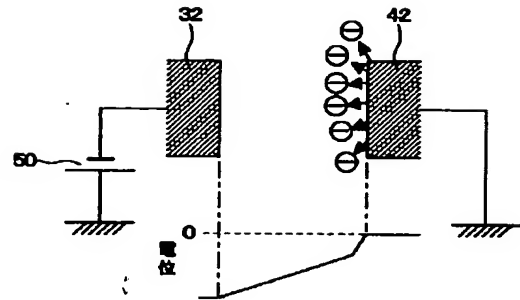
【図10】



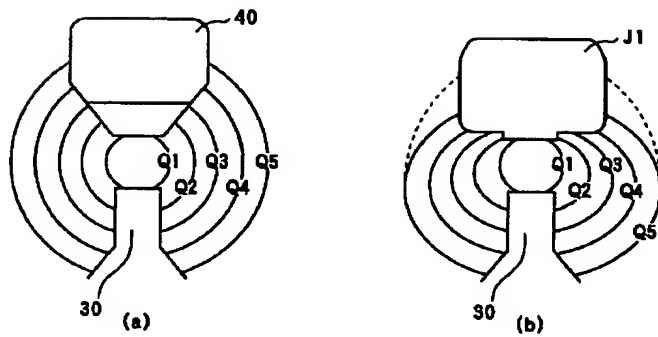
【図11】



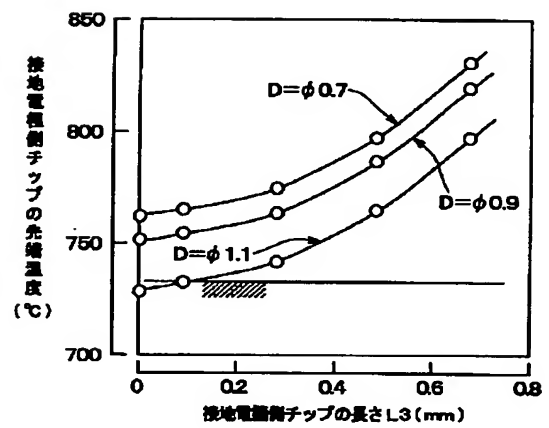
【図14】



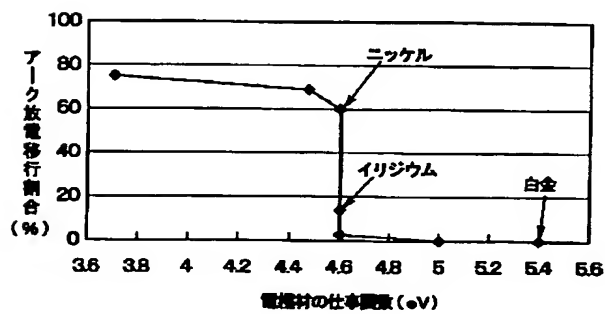
【図12】



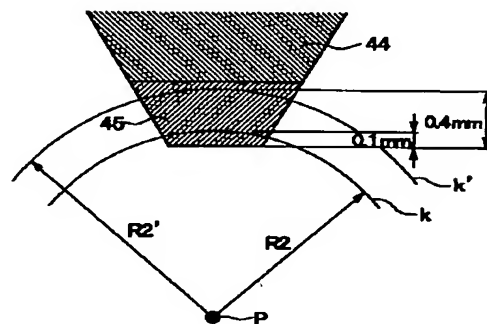
【図16】



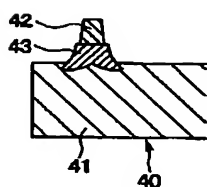
【図15】



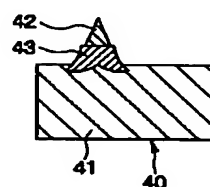
【図18】



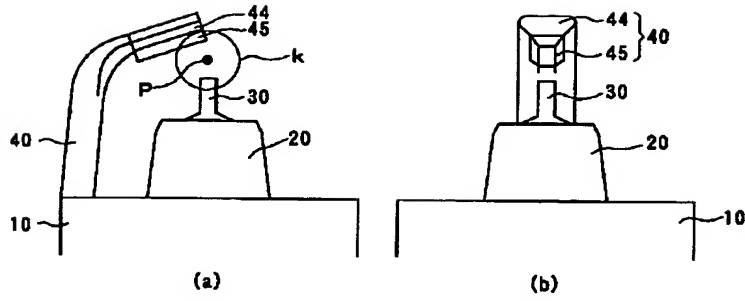
【図28】



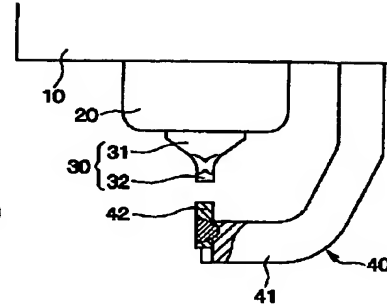
【図29】



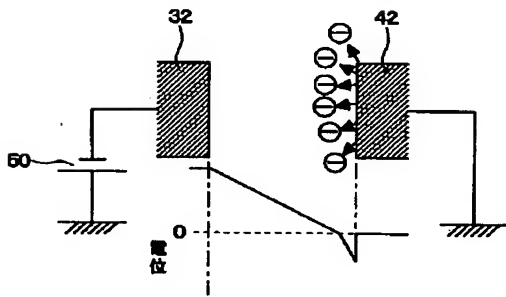
【图17】



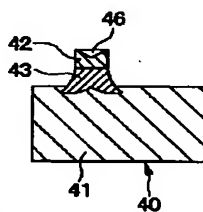
【图20】



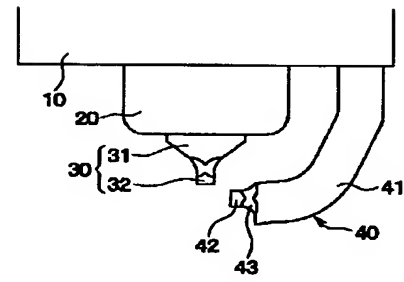
【图19】



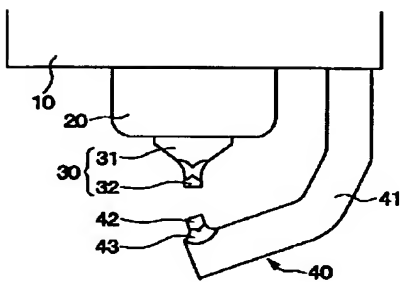
【图30】



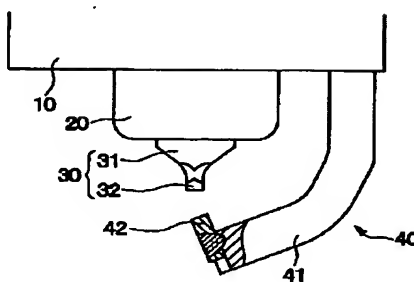
【图23】



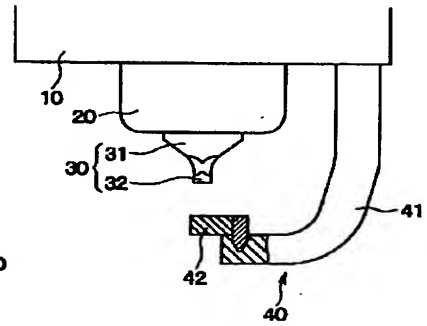
【图21】



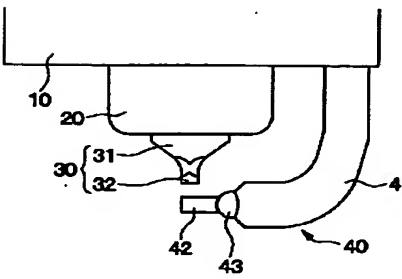
【图22】



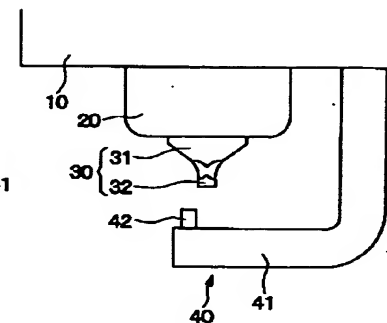
【图24】



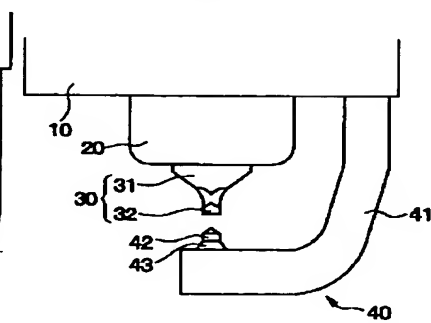
【图25】



【图26】

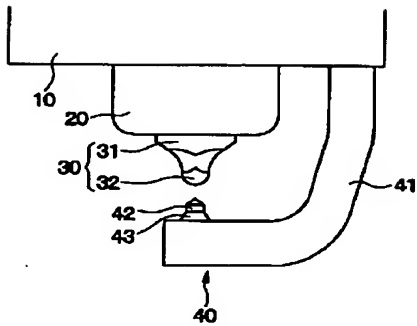


【图27】

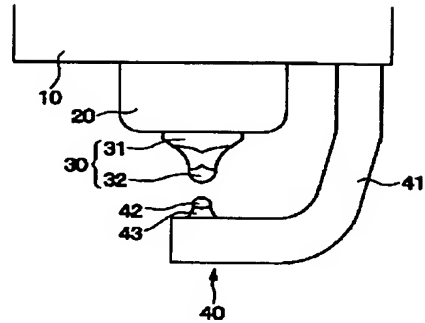




【図31】



【図32】



フロントページの続き

(72)発明者 岡部 伸一  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(72)発明者 加藤 毅彦  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(72)発明者 金生 啓二  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 三輪 哲也  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
(72)発明者 頼田 浩  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
Fターム(参考) 3G019 KA01  
5G059 AA01 AA08 CC02 DD11 DD19  
EE11 EE19